

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КОРПУСА АВТОЦИСТЕРНЫ АЦ5-40

УДК 614.846.63:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Филонова В.В		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	К.Т.Н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А62

Филонова В.В

Руководитель ВКР

Крюков А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(подпись) _____ (дата) Д.П. Ильященко
(И.О.Ф.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Филоновой Валерии Витальевне

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-40	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.208.134.04.02.030 СБ Корпус 2 листа (2-А1). 2. ФЮРА.000001.225.00.000 СБ Приспособление 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000001.225.00.001 План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000001.225.00.005 Экономическая часть 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000001.225.00.004 Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. Технологический процесс сборки и сварки изделия 11 листов (11-А1). 7. ФЮРА.000001.225.00.002 Схема сборки 1 лист (А1). 8. ФЮРА.000001.225.00.006 Карта организации труда 1 лист (А1).
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Филонова В.В		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы	
-------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.02.2020	Обзор и анализ литературы	20
10.02.2020	Объект и методы исследования	20
19.02.2020	Конструкторский раздел	20
3.03.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
14.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	К.Т.Н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Филоновой Валерии Витальевне

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	
Уровень образования	Бакалавриат		150301 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость технологического оборудования; стоимость основных и вспомогательных материалов; средняя стоимость электроэнергии и т.д.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Сравнительный экономический анализ вариантов
2. Расчет основных элементов производства
3. Определение состава и численности работающих
4. Расчет объема капитальных вложений
5. Расчет технико-экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Основные технико-экономические показатели участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 06.02.2020г

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г	К.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Филонова В.В		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Филонова Валерия Витальевна

Институт	ЮТИ ТПУ		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	150301 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p>	<p>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</p> <p>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</p> <p>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</p> <p>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</p>
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок</p>

	<p>потребителей.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96.</p> <p>Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение</p> <p>Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредностей, ее связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно - технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i>	<ul style="list-style-type: none"> -механические опасности (источники, средства защиты); -термические опасности (источники, средства защиты); -электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); -пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
<i>3. Охрана окружающей среды:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

	- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды....
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	6.02.2020г
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А	К.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Филонова Валерия Витальевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 114 с., 5 рисунков, 20 таблиц, 45 источников, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка, сварочная проволока, операция, участок, сборка, рабочее место, проект, уровень механизации, рабочий.

Актуальность работы: разработка технологического процесса сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-40.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитаны капитальные вложения, требуемые для реализации данного проекта.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 16.0 и КОМПАС–3D V16.1 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 114 p., 5 figures, 20 tables, 45 sources, 8 l. of graphic material.

Keywords: welding, welding wire, operation, site, Assembly, workplace, project, level of mechanization, worker.

Relevance of the work: development of the technological process of Assembly and welding of the body of the AC 5-40 tanker.

Goals and objectives of the research (work). As a result of this work, you should get production with the highest degree of mechanization and automation that increases labor productivity.

During operation, the welding modes are calculated, the welding equipment is selected, and the Assembly and welding operations are normalized. The capital investment required for the implementation of this project is calculated.

WRC is made in the text editor Microsoft Word 16.0 and KOMPAS-3D V16. 1 and is presented on disk (in an envelope on the back of the cover).

Оглавление

Введение	24
1 Обзор и анализ литературы	26
1.1 Особенности сварки нержавеющей стали	26
1.2 Сварка нержавеющей стали	27
1.3 Изготовление типовых конструкций	28
1.3.1 Конструкция цистерн и их оборудование	28
1.3.2 Железнодорожные вагоны-цистерны	33
2 Объект и методы исследования	36
2.1 Описание сварной конструкции	36
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	36
2.2.1 Общие требования	36
2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений	38
2.2.3 Требования к сборке и прихваткам	40
2.2.4 Требования к сварочным материалам	41
2.2.5 Требования к сварке	43
2.2.6 Контроль сварных соединений	44
2.3 Методы исследования	46
2.4 Постановка проектной задачи	46
3 Разработка технологического процесса	48
3.1 Анализ исходных данных	48
3.1.1 Основные материалы	48
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	51
3.1.3 Выбор сварочных материалов	52
3.2 Расчет технологических режимов	54
3.3 Выбор основного оборудования	56
3.4 Выбор оснастки	57

3.5 Составление общей схемы сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	59
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	60
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений	61
3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений	62
3.6.3 Испытания на прочность и герметичность	63
3.7 Разработка технологической документации	63
3.8 Техническое нормирование операций	65
3.9 Материальное нормирование	68
4 Конструкторский раздел	71
4.1 Проектирование сборочно сварочных приспособлений	71
4.2 Расчет элементов сборочно сварочных приспособлений	71
4.3 Порядок работы приспособлений	71
5. Проектирование участка сборки-сварки	73
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	73
5.2 Пространственное расположение производственного процесса	74
5.2.1 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	75
5.2.2 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	77
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	78
6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов	78

6.2 Расчет основных элементов производства	79
6.3 Определение состава и численности работающих	80
6.4 Расчет объема капитальных вложений	82
6.4.1 Стоимость технологического оборудования	82
6.4.2 Стоимость вспомогательного оборудования	82
6.4.3 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	83
6.4.4 Определение затрат на основной материал	84
6.4.5 Определение затрат на вспомогательные материалы	84
6.4.6 Определение затрат на заработную плату	85
6.4.7 Определение затрат на силовую электроэнергию	86
6.4.8 Определение затрат на сжатый воздух	86
6.4.9 Определение затрат на амортизацию оборудования	87
6.4.10 Определение затрат на амортизацию приспособления	87
6.4.11 Определение затрат на ремонт оборудования	88
6.4.12 Определение затрат на содержание помещения	89
6.5 Расчет технико-экономической эффективности	89
6.5.1 Основные технико-экономические показатели участка	90
Заключение к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	92
7 Социальная ответственность	93
7.1 Описание рабочего места	93
7.2 Законодательные и нормативные документы	94

7.3 Анализ выявленных вредных факторов	96
проектируемой производственной среды	
7.3.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочей	96
зоны	
7.3.2 Производственный шум	100
7.3.3 Статическая нагрузка на руку	101
7.3.4 Вибрация	102
7.3.5 Обеспечение требуемого освещения на участке	102
7.4 Анализ выявленных опасных факторов	103
проектируемой производственной среды	
7.4.1 Защита от сварочных излучений	103
7.4.2 Электрический ток	105
7.4.3 Электробезопасность	105
7.4.4 Разработка методов защиты от вредных и	105
опасных факторов	
7.5 Охрана окружающей среды	106
7.5.1 Защита селитебной зоны	106
7.5.2 Охрана воздушного бассейна	107
7.5.3 Охрана водного бассейна	107
7.5.4. Охрана почв и утилизация промышленных	107
отходов	
7.5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	108
7.5.6 Правовые и организационные вопросы	108
обеспечения безопасности	
Заключение	110
Список используемых источников	111
Графический материал	На
	отдельных
	листах

ФЮРА.208.134.04.02.030	СБ Корпус	Формат А1-5
ФЮРА.000001.225.00.003	Технологический процесс	Формат А1-11
ФЮРА.000001.225.00.000	СБ Приспособление	Формат А1-1
ФЮРА.000001.225.00.001	План участка	Формат А1-1
ФЮРА.000001.225.00.002	Схема сборки	Формат А1-1
ФЮРА.000001.225.00.004	Система вентиляции участка	Формат А1-1
ФЮРА.000001.225.00.005	Экономическая часть	Формат А1-1
ФЮРА.000001.225.00.006	Карта организации труда	Формат А1-1

Введение

Согласно ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 следует, что сваркой называется производственная операция получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании [1].

Сварка — это процесс соединения двух металлических заготовок, применяемый во всех отраслях промышленности.

В настоящее время одним из наиболее широко применяемых способов сварки является сварка в защитных газах. Этот способ отличается высокой производительностью, экономичностью и качеством.

Защитная среда оказывает значительное влияние на конечный результат работ. В данном виде сварки большую роль играет тип используемого газа. К примеру, аргон и гелий применяют в случаях если металл активен, но сварка в аргоне отличается небольшим проплавлением, поэтому используют гелий или его добавляют в аргон. Гелий имеет высокую стоимость, поэтому его используют редко. Во всех других случаях используют CO_2 или смеси CO_2 и аргона.

Газ создает защиту от атмосферного воздуха, что позволяет произвести сварку изделий из практически любых сплавов [2].

В данном курсовом проекте выполняется разработка участка сборки и сварки автомобильной цистерны.

При изготовлении резервуаров широко используются наиболее передовые способы сварки — автоматическая и полуавтоматическая под слоем флюса и в среде защитных газов. Ручная сварка применяется при сборочно-монтажных работах [3].

При существующих условиях сварочного производства главное значение имеет увеличение производительности труда и уменьшение себестоимости изделия.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Особенности сварки нержавеющей стали

Непрерывное развитие химической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной и других отраслей промышленности обуславливает все возрастающее применение сталей различных классов для изготовления сварной аппаратуры. Значительная часть ее изготавливается из высоколегированных сталей. Практически во всех перечисленных областях для производства изделий применяется сварка нержавеющей стали как один из наиболее эффективных способов соединения деталей [4,5].

Рассмотрим особенности сварки нержавеющей стали 12Х18Н10Т. В данной марке стали легирующими элементами выступают хром, никель и титан. При содержании более 12% хром придает стали высокие антикоррозионные свойства. С увеличением количества хрома в стали повышаются ее прочность и коррозионная стойкость, но при содержании его более 20% заметно снижается пластичность.

С увеличением содержания никеля обычно повышаются пластические свойства стали, а количество титана в стали должно быть небольшим, так как он напротив способствует снижению пластичности стали [6].

Чтобы после сварки швы получались прочными и прослужили много лет, необходимо корректно подобрать сварочные материалы - они должны быть схожи по структуре со сталью и содержать в себе высоколегированные компоненты.

После выбора сварочных электродов, можно выбрать режим сварочных работ. Первым делом нужно смотреть на объем погонной энергии. Для нержавеющей стали с маркировкой 12Х18Н10Т этот показатель должен быть низкий. Поскольку хромоникелевые стали имеют более низкий коэффициент теплопроводности и высокое электрическое

сопротивление, для расплавления их требуется меньше электрической энергии, чем для сварки обычной малоуглеродистой стали. Изменяется также и глубина проплавления. Так, свариваемые кромки хромоникелевых сталей из-за низкой теплопроводности нагреваются быстрее и глубина проплавления при одном и том же режиме будет больше, чем у малоуглеродистой стали.

Низкие коэффициенты теплопроводности, а также низкий коэффициент линейного расширения хромистых сталей способствуют образованию в сварном соединении собственных напряжений, меньших по величине, чем у хромоникелевых сталей. Эту особенность необходимо учитывать при выборе режимов сварки. При сварке хромоникелевых сталей надо стремиться к минимально возможной силе сварочного тока. Но даже при сварке на самой малой силе сварочного тока в сварном узле из хромоникелевой стали после охлаждения собственные внутренние напряжения всегда будут больше, чем в таких же сварных узлах из хромистых сталей, так как у хромоникелевых сталей больше коэффициент линейного расширения [6].

1.2 Сварка нержавеющей стали

Перед выполнением сварки нержавеющей стали необходимо ее подготовить. Очень важно уделить внимание кромкам свариваемых деталей – они должны быть зачищены до стального блеска. Также следует обезжирить поверхность с помощью растворителя, авиабензина или ацетона.

Для сваривания «нержавейки» чаще всего применяется MIG технология.

Полуавтоматическая технология MIG является наиболее универсальной для сварки нержавеющей стали, так как позволяет работать с разными толщинами: для тонких листов подходит метод короткой дуги, для

толстых – струйного переноса. С целью защиты шва обычно используют смесь аргона (98%) с диоксидом углерода (2%). Не рекомендуется увеличивать концентрацию углекислоты и, тем более, применять ее в чистом виде, поскольку это приводит к появлению металлических брызг и нарушению структуры шва [5].

1.3 Изготовление типовых конструкций

1.3.1 Конструкция цистерн и их оборудование

Грузовые кузова-цистерны имеют различную форму, конструкцию и материал, что зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Цистерны обычно выполняют сварными из листовой стали (малоуглеродистой, коррозионно-стойкой). При этом цистерны из малоуглеродистой стали могут иметь внутреннее противокоррозионное покрытие из эмали, свинца, цинка, пластмассы, эпоксидных смол и других материалов. Цистерны также могут быть изготовлены из алюминиевых сплавов или пластмасс.

Формы цистерн могут быть различными. Их поперечные сечения бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими. Расположение цистерн на подвижном составе также различно.

На подвижном составе цистерны устанавливаются горизонтально, наклонно и вертикально. Вертикальное и наклонное расположение цистерн применяют для перевозки сыпучих грузов с целью ускорения процесса выгрузки за счет использования собственной массы груза. Горизонтальное расположение цистерн используют для транспортировки жидких и газообразных грузов.

Вертикальные цистерны имеют форму цилиндра или шара с нижней частью в виде усеченного конуса.

Наклонные и горизонтальные цистерны обычно имеют круглое или эллиптическое сечение, а иногда и прямоугольное. При наклонном и особенно при вертикальном расположении цистерн снижается их

устойчивость за счет повышения центра тяжести. Часто ради повышения устойчивости подвижного состава для перевозки одной и той же массы груза применяют не одну, а две и более вертикальных цистерн, чем достигается снижение их центра тяжести.

Конструкция цистерн и их оборудование существенно зависят от типа и свойств перевозимого груза. Некоторые грузы (гудрон, асфальт, битум, жидкая сера и др.) при перевозке в цистернах должны сохранять определенную температуру (например, жидкая сера – 140... 150 °С). Поэтому цистерны для транспортировки таких грузов оснащаются специальной системой подогрева.

Цистерны для перевозки жидкости обычно внутри разгораживаются рядом специальных перегородок с целью уменьшения ударов жидкости о стенки и днища цистерны при движении. Цистерны для перевозки горючих жидкостей оборудуются противопожарными устройствами, а их заливные горловины снабжаются пламегасителями, дыхательными клапанами и т.д.

Для наполнения и разгрузки цистерн используется специальное оборудование. Наполнение цистерн обычно осуществляется стационарным оборудованием, которое находится в местах погрузки. Разгрузка цистерн производится оборудованием, установленным на подвижном составе.

Цистерны для перевозки нефтепродуктов (рис.1) служат главным образом для доставки топлива с нефтебаз к топливораздаточным колонкам и промежуточным топливозапасникам, а также для заправки топливом различных транспортных средств (самолеты, автомобили, тракторы и др.). В этих цистернах могут перевозиться также масла, мазут и более вязкие нефтепродукты (гудрон, асфальт, битум и др.)

Цистерна для перевозки нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо и др.) – сварная, изготовлена из малоуглеродистой стали, имеет эллиптическое сечение и горизонтальное расположение.

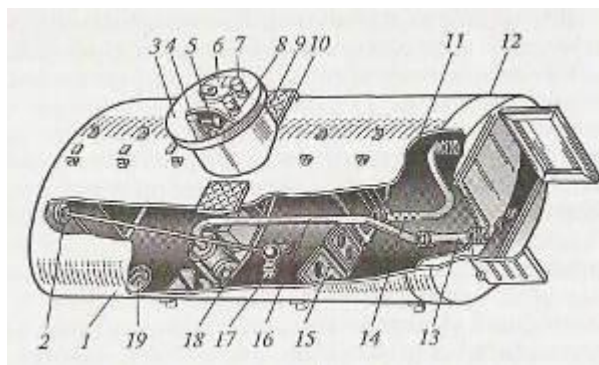


Рисунок 1 - Цистерна для перевозки нефтепродуктов: 1 – цистерна; 2 – патрубок; 3, 6 – крышки; 4 – угольник; 5 – кронштейн; 7 – клапан; 8 – поплавок; 9 – горловина; 10 – подножка; 11 – трубка; 12 – шкаф; 13, 14, 16 – трубопроводы; 15 – волнорез; 17, 19 – опоры; 18 – указатель уровня нефтепродукта

Цистерны для перевозки топлива изготавливаются из углеродистой стали и внутри покрываются цинком. Поперечное сечение их обычно эллиптической формы. Цистерны имеют горловины, смотровые окна, указатели уровня топлива и дыхательные клапаны для сообщения с окружающим воздухом. Горловины служат не только для заполнения цистерн топливом, но и являются дополнительными резервуарами, которые заполняются при расширении топлива вследствие его нагрева. Цистерны калибруют (тарируют), и их объем указывается на тарировочной пластине, которая закреплена внутри горловины. Цистерны оснащены насосами для заполнения, слива и перекачки топлива, которые имеют привод от двигателя подвижного состава через коробку отбора мощности и карданную передачу. Для безопасности цистерны оборудованы заземляющими устройствами и огнетушителями, а глушитель двигателя закреплен снизу переднего бампера автомобиля.

Цистерны для перевозки жидких пищевых продуктов (питьевая вода, молоко, квас, пиво, вино, спирт, фруктовые соки и др.) изготавливаются из коррозионно-стойкой стали, алюминиевых сплавов или пластмасс и имеют круглое, эллиптическое или прямоугольное сечения. При этом металлические цистерны оснащены термоизоляцией. Для наполнения

цистерн жидкостью и ее слива применяются вакуумные устройства, которые используют вакуум во впускном трубопроводе двигателя автомобиля, а также автономные и стационарные насосы.

Цистерны для перевозки молока (рис. 2) используют для его доставки с заготовительных пунктов на молочные заводы и комбинаты. Эти цистерны обычно состоят из двух или трех отдельных резервуаров (секций), заключенных в общем кожухе.

При наполнении каждого резервуара цистерны молоком, после достижения предельного уровня, поплавки выключают подачу топлива в цилиндры двигателя и включают сигнализацию.

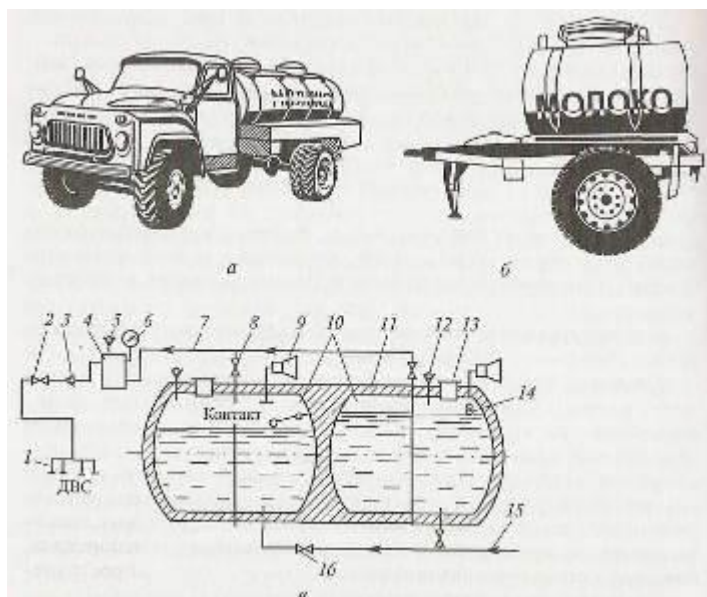


Рисунок 2 - Цистерны для перевозки молока: а – автомобиль-цистерна; б – прицеп-цистерна; в – схема цистерны и оборудования: 1 – трубопровод двигателя; 2, 8, 16 – краны; 3, 5, 12 – клапаны; 4 – пеноуловитель; 6 – манометр; 7, 15 – трубопроводы; 9 – сигнализатор; 10 – резервуар; 11 – термоизоляция; 13 – горловина; 14 – поплавки

Цистерны для сжатых и сжиженных газов предназначены для перевозки азота, кислорода, водорода, метана, пропана, бутана, углекислоты и других газов в сжатом и жидком состояниях.

Цистерны могут быть транспортными и газозаправочными.

Транспортные цистерны применяются только для перевозки сжиженных газов к потребителю с места их производства или от газораздаточных станций. Конструкция этих цистерн такая же, как для перевозки нефтепродуктов. Газ из цистерн сливается за счет перепада давлений (например, давление пропана при температуре 50°С равно 1,8 МПа), а заливают газ в цистерну непосредственно из технологической напорной линии газобензинового завода или газораспределительной станции.

Цистерны для перевозки цемента (рис.3) обычно имеют цилиндрическую форму, пневматическую разгрузку и устанавливаются на подвижном составе с некоторым горизонтальным наклоном назад (на угол 7...9°).

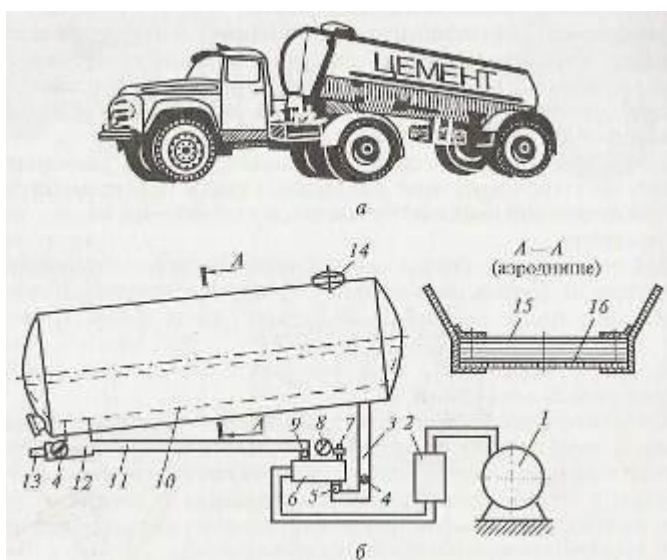


Рисунок 3 - Цистерна для перевозки цемента: а – полуприцеп-цистерна; б – схема цистерны: 1 – компрессор; 2 – влагомаслоотделитель; 3, 11 – трубопроводы; 4 – вентиль; 5, 7, 9 – клапаны; 6 – воздухораспределитель; 8 – манометр; 10 – аэроднище; 12 – патрубок; 13 – форсунка; 14 – люк; 15 – ткань; 16 – сетка

Цистерны для перевозки битума имеют термоизоляционный слой и подогреватели, так как битум необходимо перевозить при температуре 190... 260 °С. Они изготавливаются сварными из листовой стали, имеют эллиптическое сечение и термоизоляцию из стекловаты. Система подогрева

включает в себя П-образную жаровую трубу, проходящую вдоль цистерны, подогреватель и топливные бачки. Битумные насосы – механические или объемные и имеют привод от коробки передач автомобиля.

1.3.2 Железнодорожные вагоны-цистерны

Вагон-цистерна – вид подвижного состава железных дорог. Цистерны предназначены для перевозки жидкостей: нефти и продуктов её переработки, химически-активных и агрессивных жидких веществ (кислоты, щёлочи и др. сложные вещества), сжиженного газа (пропан-бутан, кислород), воды, молока, патоки. Вагоны-цистерны используются также для перевозки муки и цемента.

Котёл вагона-цистерны может быть предназначен для перевозки груза без избыточного давления (нефтепродукты, вода, химические вещества, цемент) или под давлением (сжиженные газы). В последнем случае ёмкость используемая для перевозки груза именуется сосудом (по аналогии с сосудами под давлением). Для перевозки в сжиженном виде газов имеющих точку кипения ниже нормальных условий ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) используются вагоны-цистерны имеющие криогенные сосуды. Для защиты металла котла от коррозии под воздействием перевозимых в нём веществ применяют специальные внутренние покрытия, или добавка в перевозимый груз ингибиторов коррозии.

Кузов вагона-цистерны представляет собой котёл цилиндрической формы, закрытый с боков эллиптическими днищами. Котлы цистерны имеют устройства для погрузки и разгрузки, вид которых зависит от перевозимого груза. Котлы специальных цистерн могут иметь теплоизоляционное покрытие или оборудование для разогрева перевозимого продукта, а также приборы для контроля за его состоянием. В некоторых цистернах внутренняя полость котла разделяется на несколько секций. В цистернах, у которых котёл укладывается на раму,

воспринимающую продольные нагрузки, возникающие в поезде, котёл в передаче этих нагрузок к другим вагонам поезда не участвует. У вагона-цистерны безрамной конструкции котёл является цельнонесущей конструкцией, воспринимает и передаёт продольные тяговые и ударные усилия, выполняя функции рамы. Для повышения прочности и жёсткости котлов вагонов-цистерн большого диаметра и длины цилиндрическая обечайка котла подкрепляется кольцами - шпангоутами, которые могут быть установлены на наружной поверхности или внутри ёмкости. Объём котла цистерны колеблется в широких пределах от 15-20 м.

Цистерна состоит из: рамы, ходовой части, ударно-тяговых приборов, тормозного оборудования, котла, лестницы, устройств загрузки и выгрузки.

Особенность производства рассмотрим на примере поточной линии Мариупольского завода тяжелого машиностроения. Цилиндрическую часть котла цистерны вместимостью 60 т составляют из пяти листов. Листы с механически обработанными кромками раскладывают на сборочном стенде, и стыковые швы полотнища собирают на прихватках с постановкой заходных и выходных планок. Собранное полотнище приподнимают системой роликов и передают на сварочный стенд. Кромки листов прижимами прижимаются к стенду, а флюсовые подушки с пневмошлангами обеспечивают поджатие флюса с нижней стороны. Четыре сварочные головки одновременно выполняют сварку всех продольных швов. После сварки с одной стороны кантователь переворачивает полотнище, а на второй сварочной установке одновременно сваривают все стыки. Далее полотнище с рольгангом подают в гибочные вальцы, где вальцуют вдоль швов в обечайку без предварительной подгибки кромок. После сборки и двусторонней сварки продольного стыка обечайку калибруют в гибочных вальцах, а затем устанавливают на роликовый конвейер, связывающий ряд рабочих мест. На каждом рабочем месте обечайкой с помощью подъемных поперечных роликовых опор

поднимается над роликами конвейера и может поворачиваться в соответствии с технологическим процессом. По завершении операции обечайка опускается на роликовый конвейер и перемещается на следующее рабочее место.

На первой позиции производят подготовку обечайки под сборку с днищем: зачищают места прихватки технологических планок, вырезают и зачищают отверстия люков, сливного прибора и предохранительного клапана.

На второй позиции осуществляют сборку обечайки со штампованными днищами с помощью двух центраторов, оборудованных радиальными пневмоцилиндрами. Внутри центраторов обечайка заводится рольгангом. Днища поступают на сборку после обрезки кромок. С помощью специального захвата днище в вертикальном положении краном подводят к обечайке, расположенной в центраторе, и первоначально закрепляют винтовыми торцовыми прижимами. Затем посекционным включением радиальных пневмоцилиндров производят выравнивание кромок кольцевого стыка и его прихватку.

Следующее рабочее место – стенд для одновременной сварки двух внутренних кольцевых швов, оборудованный флюсорементами подушками. Изготовление цилиндрической части котла завершается на стенде для сварки наружных швов [7].

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – автомобильная цистерна, работающая при давлении менее $0,7 \text{ кгс/см}^2$, предназначенная для перевозки жидких грузов наливным способом. Масса изделия равна 625 кг. Основной конструкционный материал: сталь 12X18H10T по ГОСТ 5632-72.

Выбор стали обусловлен применением в сварных конструкциях, работающих в контакте со средами окислительного характера. Из данного вида стали изготавливают емкостное, теплообменное и другое оборудование [8].

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

2.2.1 Общие требования

Конструкция сосудов должна быть технологичной, надежной в течение установленного в технической документации срока службы, обеспечивать безопасность при изготовлении, монтаже и эксплуатации, предусматривать возможность осмотра (в том числе внутренней поверхности), очистки, промывки, продувки и ремонта, контроля технического состояния сосуда при диагностировании, а также контроля за отсутствием давления и отбора среды перед открытием сосуда.

Если конструкция сосуда не позволяет при техническом освидетельствовании проведение осмотра (наружного или внутреннего), гидравлического испытания, то разработчик сосуда должен в технической документации на сосуд указать методику, периодичность и объем контроля сосуда, выполнение которых обеспечит своевременное выявление и устранение дефектов.

В зависимости от расчетного давления, температуры стенки и характера рабочей среды сосуды подразделяют на группы. Группу сосуда определяет разработчик, но не ниже чем указано в таблице 1.1 [9].

Таблица 2.1 - Группы сосудов [9]

Группа	Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)	Температура стенки, °С	Рабочая среда
1	Более 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2- го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
2	Более 0,07 (0,7) до 2,5 (25)	Выше +400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Более 2,5 (25) до 5,0 (50)	Выше +200	
	Более 5,0 (50)	Независимо	
	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	Ниже -40	
3	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	Ниже -20 Выше +200 до +400	
	Более 1,6 (16) до 2,5 (25)	До +400	
	Более 2,5 (25) до 4,0 (40)	До +200	

Продолжение таблицы 2.1

	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	От -40 до +200	
4	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	От -20 до +200	
5а	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2- го, 3-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
5б	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывобезопасная, пожаробезопасная или 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007

Сосуды, работающие под вакуумом* или при давлении менее 0,7 кгс/см², независимо от расчетного давления, а также под наливом следует отнести к группе 5а или 5б [9].

Согласно технических требований, указанных на сборочном чертеже, изготавливаемый корпус автомобильной цистерны, относится к группе 5б.

2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений под сварку

Подготовка кромок и сборка соединений под сварку должны производиться по рабочим чертежам и технологическому процессу, разработанному заводом-изготовителем в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов [10], а также другой нормативной документацией по стандартизации, утвержденной в установленном порядке.

Обработку кромок под сварку производят механическим способом или термической резкой. Преимущества того или другого метода

определяются в каждом конкретном случае в зависимости от марки материала, формы и размеров заготовки, а также имеющегося оборудования.

Припуск на механическую обработку или шлифовку после термической резки или резки на ножницах и другими подобными способами должен быть достаточным для полного удаления всех неровностей и отклонений геометрической формы и вносимых в металл недопустимых структурных изменений.

Кромки и прилегающие к ней поверхности должны быть зачищены с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Зачистку следует производить до полного удаления ржавчины, грата и брызг после термической резки, краски, масел и других загрязнений.

Зачистку кромок производят механическим способом (стальной щеткой из нержавеющей стали, абразивным кругом и др.).

Обезжиривание свариваемых кромок производят ацетоном и другими растворителями протирочным материалом из хлопчатобумажной ткани, не оставляющей ворса.

Обезжиривание растворителями является обязательным для случаев, оговоренных настоящим стандартом и другой нормативной документацией по стандартизации.

На углеродистых и низколегированных сталях допускается удаление масел газопламенными горелками (без применения растворителей), при этом ширина газопламенной обработки обезжиривания должна быть не менее 100 мм.

С целью предотвращения коррозии или повторного загрязнения необходимо, чтобы зачистка свариваемых кромок, сборка и сварка производилась без значительных разрывов во времени.

При обнаружении коррозии или загрязнения кромок собранного изделия необходимо провести повторную зачистку.

Шероховатость поверхности принимается согласно специальным требованиям, приведенным в разделах по сварке настоящего стандарта, а в случае отсутствия в них необходимых указаний параметр шероховатости должен быть не более R_z40 ГОСТ 2789 [10].

2.2.3 Требования к сборке и прихваткам [10]

Сборку свариваемых элементов следует производить в соответствии с технологическим процессом на стеллажах и сборочных стендах с помощью приспособлений, применение которых обеспечивает требуемое взаимное расположение деталей и ограничивает принудительную подгонку, вызывающую местный наклеп и дополнительные напряжения.

Закрепление деталей при сборке конструкций производят прихватками, выполняемыми электродами или проволокой соответствующих марок, предназначенных для сварки данного металла.

Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и плавность перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с требованиями стандартов и чертежей.

Длина прихватки должна составлять $(2 - 5)S$, но не более 100 мм, а расстояние между ними $(10 - 40)S$, но не более 500 мм, где S - толщина свариваемого материала.

Для разнотолщинных и разнородных материалов длина прихватки должна составлять $(1 - 5)S$, но не более 50 мм, а расстояние между ними $(5 - 20)S$, но не более 250 мм, где S - наименьшая толщина свариваемого металла.

В случае, если собранные на прихватках детали подлежат транспортированию до сварки, их количество, расположение и размеры должны быть рассчитаны на транспортировочные нагрузки, в том числе от собственного веса.

Прихватки рекомендуется располагать со стороны, противоположной выполнению первого прохода. Постановка прихваток на пересечении швов не допускается.

Прихватки должны быть тщательно очищены от шлака, проверены на отсутствие дефектов внешним осмотром. Участки, имеющие дефекты, перед сваркой необходимо удалить способом, допускаемым для данного материала.

Для предотвращения увода кромок в процессе сварки и соответственного изменения зазора при постоянной его величине рекомендуется использовать монтажные пластины (расплавляемые) или монтажные вставки (удаляемые). Расплавляемые пластины устанавливают преимущественно на прямолинейных стыках, удаляемые вставки - на кольцевых.

При сборке и прихватке в первую очередь рекомендуется в зазор между свариваемыми кромками вваривать монтажные пластины или вставки заподлицо с поверхностью свариваемых элементов.

2.2.4 Требования к сварочным материалам

Применяемые сварочные материалы (электроды, сварочная проволока, флюсы, защитные газы) должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов на их поставку, что должно быть подтверждено сертификатом.

Поступающие на предприятия сварочные материалы до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

При приемке сварочной проволоки проверяется:

- 1) наличие сертификатов на поставленную проволоку и соответствие его данных требованиям ГОСТ 2246 или технических условий;
- 2) наличие бирок на мотках и соответствие их данных сертификатам;

3) состояние поверхности проволоки и его соответствие ГОСТ 2246 или технических условий.

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод-потребитель должен провести анализ химического состава сварочной проволоки, а при необходимости - испытание наплавленного металла или металла шва в соответствии требованиями ГОСТ 2246 или технических условий.

При приемке защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ;
- наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данных сертификатам;
- чистота защитного газа по сертификатам.

Перед использованием каждого нового баллона производится пробная наплавка валика длиной 100 - 200 мм на пластину с последующим визуальным контролем на отсутствие недопустимых дефектов или на «технологическое пятно» путем расплавления пятна диаметром 15 - 20 мм.

Подготовленные к сварке сварочные материалы следует хранить в сушильных шкафах при температуре 50 - 80 °С или в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже плюс 18 °С в условиях, предохраняющих их от загрязнения, ржавления, увлажнения и механических повреждений. Относительная влажность воздуха - не более 50 %. Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов должна соответствовать требованиям отраслевой нормативной документации по стандартизации на эти процессы, утвержденные в установленном порядке.

Сварочная проволока должна быть ровной, без перегибов, на ее поверхности не должно быть трещин, окалины, масел, следов коррозии и других загрязнений.

Очистку, прокалку, маркировку, упаковку, хранение и выдачу сварочных материалов следует организовать так, чтобы исключить возможность перепутывания различных марок и партий [10].

2.2.5 Требования к сварке в среде защитных газов

Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, для труб - ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации и чертежам.

В качестве защитных газов следует применять аргон, гелий и их смеси, а также аргон или гелий с примесью кислорода (до 3 %) или углекислого газа (до 5 %) для улучшения стабильности дуги и формирования шва, повышения производительности сварки и др. технических целей.

В зависимости от конструктивных особенностей изделий, протяженности и конфигурации швов, а также оснащённости сварочным оборудованием и технологической оснасткой применяют следующие способы сварки:

- ручная дуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом (в аргоне, гелии или их смеси), с присадочным металлом или без него;
- автоматическая сварка неплавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси) с присадочным металлом или без него;
- полуавтоматическая и автоматическая сварка плавящимся электродом.

При выборе метода сварки в среде защитных газов следует учитывать, что сварку неплавящимся электродом (ручную и полуавтоматическую) рационально применять при толщине металла 0,5 - 3,0 мм, а сварку плавящимся электродом при толщине от 2,5 мм и более.

Во всех возможных случаях следует отдавать предпочтение автоматической сварке, обеспечивающей наилучшее качество швов при высокой производительности.

Сварку плавящимся электродом (автоматическую и полуавтоматическую) выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

Для уменьшения степени окисления металла и получения качественного сварного шва процесс сварки в среде защитных газов следует вести с максимально возможной скоростью при минимальной поверхности сварочной ванны.

Сварку следует вести без перерывов. В случае вынужденного перерыва перекрывать ранее наложенный шов на 10 - 20 мм.

После обрыва дуги по окончании сварки подачу защитного газа прекратить после некоторого остывания металла и электрода (через 5 - 10 с) для предупреждения недопустимого окисления.

Рабочее давление защитного газа рекомендуется в пределах 0,01 - 0,03 Мпа [10].

2.2.6 Контроль сварных соединений

Геометрические размеры и форму поверхностей следует измерять с помощью средств, обеспечивающих погрешность не более 30% установленного допуска на изготовление.

Габаритные размеры сосудов следует определять путем суммирования размеров входящих в них сборочных единиц и деталей.

Контроль качества поверхностей на отсутствие плен, закатов, расслоений, грубых рисок, трещин, снижающих качество и ухудшающих товарный вид, следует проводить путем визуального осмотра.

Браковочный признак устанавливают на основании требований соответствующего стандарта или проектной документации.

Обязательная проверка наличия, содержания, мест расположения клейм на сварных швах и маркировки на готовом сосуде (самостоятельно поставляемых сборочных единицах и деталях) должна осуществляться визуальным осмотром.

Контроль качества сварных соединений следует проводить следующими методами:

- а) визуальным осмотром и измерительным контролем;
- б) механическими испытаниями;
- в) испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- г) металлографическими исследованиями;
- д) стилоскопированием;
- е) ультразвуковой дефектоскопией;
- ж) радиографией;
- и) цветной или магнитопорошковой дефектоскопией;
- к) другими методами (акустической эмиссией, люминесцентным контролем, определением содержания ферритной фазы и др.), если необходимо.

Контроль комплектности, консервации, окраски, упаковки необходимо проводить путем сопоставления объема и качества выполненных работ с требованиями настоящего стандарта и технических условий.

Предприятие - изготовитель негабаритных сосудов, транспортируемых частями, должно провести контрольную сборку.

Допускается вместо сборки проводить контрольную проверку размеров стыкуемых частей при условии, что предприятие-изготовитель гарантирует собираемость сосуда.

В процессе изготовления сборочных единиц и деталей необходимо проверять на соответствие требованиям стандартов (технических условий) и проекта:

- состояние и качество свариваемых сборочных единиц и деталей и сварочных материалов;
- качество подготовки кромок и сборки под сварку;
- соблюдение технологического процесса сварки и термической обработки [9].

2.3 Методы исследования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в курсовом проекте:

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

Математическим методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка проектной задачи

Целью данного курсового проекта является «Разработка технологии проектирования участка сборки и сварки корпуса автомобильной цистерны». Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;

- расчет режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования;

- техническое нормирование операций;

- определение необходимого состава всех элементов производства;

- расчет и конструирование оснастки;

- планировка участка сборки и сварки.

Кроме того, разрабатывается экономическая часть, которая вместе с технологической частью обязана гарантировать вероятность сотворения более передового и современного по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность изготовления и короткие сроки окупаемости серьезных затрат, а так же соблюдение иных важных требований.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Согласно заданию, цистерна будет изготавливаться из элементов обечайки и днища стали марки 12X18H10T. Сталь выпускается по ГОСТ 5632-72.

Применяется сталь при изготовлении изделий, которые можно эксплуатировать в условиях разбавленных кислот, средне агрессивных щелочных и солевых растворов – например, резервуаров и сварных агрегатов[11].

Химический состав и механические свойства стали представлены в таблице 3.1 и 3.2:

Таблица 3.1 – Химический состав стали 12X18H10T в % (ГОСТ 5632-72)[12] :

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,12	0,8	2,0	17,0- 19,0	11,0-13,0	0,7	0,020	0,035	0,30

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 12X18H10T (ГОСТ 7350-77)[12]:

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
236	530	38	-

Основные добавки сложнолегированной стали значительно влияют на ее свойства:

Хром повышает антикоррозийные качества.

Благодаря введению никеля, сталь входит в разряд аустенитов, и сочетает все технологические и эксплуатационные свойства нержавеющей сталей.

Введение в сплав алюминия, титана и кремния придает 12Х18Н10Т качества ферритной стали.

Титан создает карбидообразующий эффект, и предотвращает риск межкристаллитной коррозии.

Марганец позволяет изготавливать сталь с мелкозернистой структурой. Кремний увеличивает плотность и улучшает степень текучести. В то же время он снижает уровень пластичности, что усложняет прокатку холодным способом. Содержание фосфора не должно превышать 0,035 %, так как он провоцирует снижение механических свойств, что усложняет использование стали в криогенной области [11].

Свариваемость – свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость.

Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов. Материалы делятся на хорошо, удовлетворительно, плохо и ограниченно свариваемые.

К понятиям свариваемости относятся понятия физическая и технологическая свариваемость. Физическая свариваемость – подразумевает возможность получения монолитных сварных соединений с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.

Технологическая свариваемость – это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными

свойствами. В этом случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла или их нормативным значениям.

Свариваемость сталей определяется по склонности к образованию трещин и механическим свойствам шва, по ней стали разделяются на четыре группы:

- хорошая свариваемость; сварка выполняется без подогрева до, в процессе сварки и после.
- удовлетворительная свариваемость; сварка для предотвращения трещин предварительно нагревается, после сварки нужна термообработка.
- ограниченная свариваемость; сталь склонна к образованию трещин, её предварительно подвергают термообработке, термически обрабатывается после сварки.
- плохая свариваемость, склонность к образованию трещин. Сварка производится с предварительной термообработкой, подогрев проводится и после сварки.

Для предварительной качественной оценки свариваемости высоколегированных сталей иногда прибегают к подсчету хромоникелевого эквивалента по химическому составу стали по следующей эмпирической формуле:

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{Cr+1,37Mo+1,5Si+2Nb+3Ti}{Ni+0,31Mn+22C+14,2N+Cu}, \quad (3.1)$$

где символы элементов означают процентное содержание их в стали.

При эквиваленте меньше 1,5 свариваемость стали может считаться стальной хорошей свариваемости, если же эквивалент углерода больше 1,5, то сталь считается не склонной к хорошей свариваемости [13].

Рассчитаем хромоникелевый эквивалент для стали 12X18H10T:

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{Cr+1,37Mo+1,5Si+2Nb+3Ti}{Ni+0,31Mn+22C+14,2N+Cu} = \frac{17+1,5 \cdot 0,8+3 \cdot 0,7}{11+0,31 \cdot 2+22 \cdot 0,12+0,3} = 1,39.$$

Расчет хромоникелевого эквивалента показал, что сталь 12X18Н10Т обладает хорошей свариваемостью.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

При разработке технологии, следует выбирать такой способ сварки, который удовлетворяет всем требованиям, установленным исходными данными.

Согласно рекомендациям технической литературы [14] сталь 12X18Н10Т можно сваривать любыми способами сварки. Присадочные материалы выбирают аналогично составу основного металла, с учетом прочностных требований и сопротивляемости образованию кристаллизационных трещин.

В данной работе способом сварки будет являться механизированная сварка в среде защитных газов по ГОСТ 14771-76. В качестве защитного газа принимаем аргон. Аргон поставляется по ГОСТ Р ISO 14175 – 2010 и обозначается как - ISO 14175 - I – Ar [18].

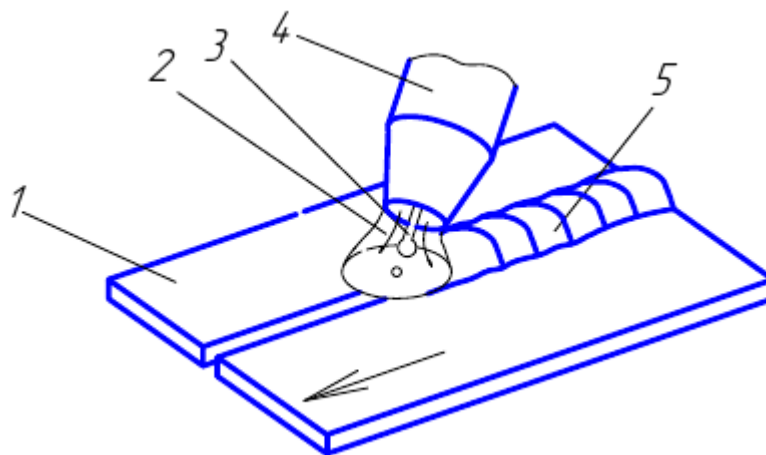


Рисунок 3 - Схема сварки плавящимся электродом в защитных газах:

1 – свариваемое изделие; 2 – струя защитного газа; 3 – плавящийся электрод; 4 – сопло; 5 – шов

К преимуществам такого вида сварки можно отнести:

- улучшенное качество шва, по сравнению с использованием обычной электродуговой сварки;
- большинство газов имеют невысокую стоимость;
- возможность соединять разноплановые изделия любой толщины;
- значительно увеличивается скорость процесса сварки;
- нет сложностей работы с цветными металлами, алюминием, цветными и коррозионностойкими материалами [15].

3.1.3 Выбор сварочных материалов

В качестве сварочного материала принимаем проволоку Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70. Выбор сварочного материала обусловлен требованиями сборочного чертежа.

Высоколегированная проволока Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром 1,0 мм, 1,2 мм, 1,6 мм, 2,0 мм, 2,5 мм, 3,0 мм, 4,0 мм, 5 мм. Она поставляется в мотках, масса мотка зависит от диаметра проволоки. На каждый моток проволоки крепят металлический ярлык, на котором должны быть указаны:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение проволоки;
- номер партии;
- клеймо технического контроля.

Каждый моток проволоки должен быть обернут слоем бумаги, затем слоем полимерной пленки, нетканых материалов или ткани из химических волокон.

Особенностью нержавеющей проволоки марки 07Х18Н9ТЮ является присутствие в ее составе алюминия, а также малое количество углерода. Это обеспечивает высокое качество сварного шва. Проволока стойка к высокой температуре, влажности и коррозии [16].

Химический состав данной проволоки и механические свойства металла шва представлены в таблице 2.3 и 2.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % Св-07Х18Н9ТЮ по ГОСТ 2246-70 [17].

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Al
до 0.09	до 0.8	до 2	8-10	до 0.015	до 0.03	17-19	1-1.4	0.6-0.95

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [17].

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KCU, кДж/см ²	
			20°C	-20°C
Св-07Х18Н9ТЮ	686-1029	-	-	-

В качестве защитного газа для защиты сварочной ванны и сварочной дуги принимаем ISO 14175 - I – Ar. ISO 14175 - I – Ar обладает лучшими защитными свойствами вследствие большего удельного веса. Дуга в ISO 14175 - I – Ar характеризуется более высокой стабильностью [6].

Состав ISO 14175 - I – Ar приведен в таблице 2.5.

Таблица 3.5 – Состав ISO 14175 - I – Ar в % [18].

Наименование показателя	Норма	
1. Объемная доля ISO 14175 - I – Ar, %, не менее	99,993	99,987
2. Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
3. Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

В сварочном производстве газообразный ISO 14175 - I – Ar применяют в качестве защитной среды при сварке активных и редких металлов (титана, циркония и ниобия) и сплавов на их основе,

алюминиевых и магниевых сплавов, а также хромоникелевых коррозионностойких жаропрочных сплавов, легированных сталей различных марок.

ISO 14175 - I – Ar, являясь более тяжелым, чем воздух, своей струей лучше защищает металл при сварке в нижнем положении. Растекаясь по поверхности свариваемого изделия, он защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

Применение ISO 14175 - I – Ar позволяет повысить температуру сварочной дуги, что улучшает проплавление сварного шва, увеличивая производительность сварки в целом.

При сварке в среде ISO 14175 - I – Ar (как и иных инертных газов) минимизируется выгорание активных легирующих элементов, что позволяет использовать более дешевые сварочные проволоки [19].

3.2 Расчет технологических режимов

К параметрам режима механизированной дуговой сварки в защитных газах, определяемых расчетом, относятся:

- сварочный ток
- напряжение на дуге
- скорость сварки
- диаметр и скорость подачи электродной проволоки.

Остальные параметры: защитная среда, род и полярность тока, вылет электрода, угол наклона электрода и изделия, начальная температура изделия, расход защитного газа и т.д. устанавливают, исходя из условий сварки конкретных изделий либо марки стали.

Расчет режима сварки производится всегда для конкретных случаев, когда известны марка свариваемой стали, способ сварки, выбраны

сварочные материалы и другие данные по шву и технологическому процессу [20].

Для расчета режимов аргоно-дуговой сварки плавящимся электродом в литературе нет специальной методики и формул, поэтому принимаем справочные значения и результаты сводим в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 - Режим механизированной аргоно-дуговой сварки нержавеющей стали плавящимся электродом в различных пространственных положениях [21]:

Толщина стали, мм	в шва положение пространстве	Режим сварки				
		Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм
2	Нижнее	1,0;	200-210	22-24	70	10
	Горизонтальное			22-24	90	
	Вертикальное			20-23	90	
	Потолочное			22-24	90	
3	Нижнее	0,8	200-230	22-24	55	12 10
	Горизонтальное		200-210	20-22	60	
	Вертикальное		185-180	20-22	90	
	Потолочное		210-220	22-24	63	
5	Нижнее	1,0	260-270	25-27	47	12
	Вертикальное	1,0	210-220	25-27	55	10
	Вертикальное(св арка на подъем)	0,8	170-180	21-23	36	8
	Горизонтальное	1,0	250-250	24-26	54	10
	Потолочное	1,0	220-230	23-25	63	10

Расход аргона 1,5 л/мин во всех случаях.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбранные параметры режима сварки для данного сварного изделия позволяют сформулировать требования к сварочному оборудованию. Для рационального выбора оборудования основными критериями должны являться следующие принципы:

1. Техническая характеристика оборудования должна отвечать всем требованиям принятой технологии.
2. Обеспечение относительной простоты обслуживания и эксплуатационной надежности.
3. Наибольший КПД при наименьшем потреблении электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие масса и габариты оборудования.
5. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из эксплуатационных, технологических и экономических требований было выбрано следующее оборудование:

Сварочный аппарат должен обеспечивать сварочный ток до 250 А, диаметр проволоки 0,8-1,0 мм, скорость подачи электродной проволоки до 90 м/ч. Исходя из данных требований выбираем сварочный инвертор Flama MULTIMIG 350F SYN. Функциональные возможности: наличие синергетических функций (до 18 встроенных синергетических программ), позволяющих сваривать черные и цветные металлы, включая «нержавейку», алюминий и его сплавы; двухтактный и четырехтактный режим; регулировка динамики сварочной дуги; регулировка времени продувки газом до и после сварки; возможность дополнительного подключения блока жидкостного охлаждения.

Механизм для подачи проволоки 0,6 – 1,6 мм, и имеет широкий спектр применения (при значительных объемах производства), большие

функциональные возможности при сварке ответственных конструкций, обладает высокой мобильностью. Технические характеристики аппарата представлены в таблице 3.7 [22]:

Таблица 3.7 - Технические характеристики

Модель	Flama MULTIMIG 350F SYN
Сварочный ток, А	40-350
Количество фаз питания	3
Напряжение холостого хода, В	67
Рабочее напряжение, В	14-35
Макс. сварочный ток при непрерывной работе, А	275
Диаметр проволоки, мм	0,6-1,6
КПД, %	85
Температурный диапазон работы, °С	от -10 до 40
Габариты, ДхШхВ, мм	525x240x445
Масса, кг	22

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);

- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;

- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);

- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).

- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации [23].

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а так же мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

Для сварки обечаек применяем колонну сварочную КС (200) для автоматизированной сварки в защитном газе продольных и кольцевых швов.

В предлагаемом технологическом процессе в качестве сборочно-сварочного приспособления применяются роликовые вращатели ФЮРА.000001.225.00.000 СБ.

3.5 Составление общей схемы сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований

достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [24].

На рисунке 4 представлена схема изготовления корпуса автоцистерны.

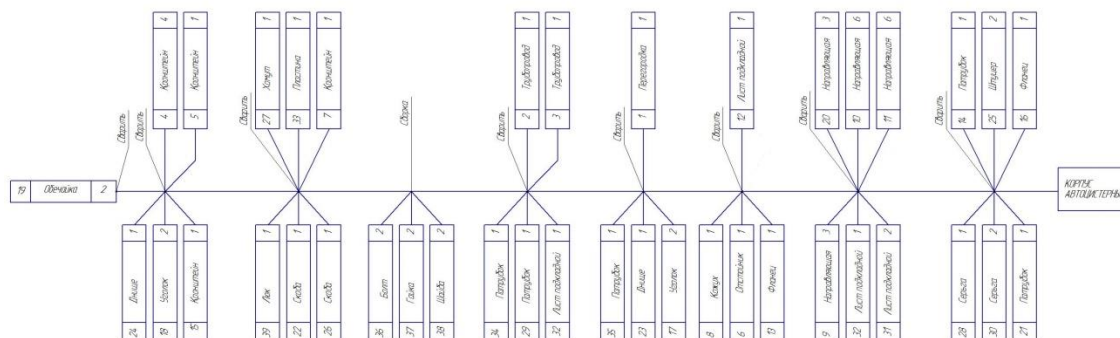


Рисунок 4 - Схема изготовления корпуса

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Контроль качества сварных соединений следует проводить следующими методами:

- визуальным осмотром и измерительным контролем;
- механическими испытаниями;
- испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- металлографическими исследованиями;
- ультразвуковой дефектоскопией;
- радиографией;
- цветной или магнитопорошковой дефектоскопией;
- другими методами (акустической эмиссией, люминесцентным

контролем, определением содержания ферритной фазы и др.), если необходимо.

Выбор метода контроля определяется конструктивными особенностями изделия, физическими свойствами контролируемого материала, техническими требованиями к изготовлению сосуда [9]. По

ГОСТ Р 50599-93 элементы сосуда следует подвергать визуальному осмотру, ультразвуковому методу контроля, а так же испытаниям на герметичность. Согласно техническим требованиям сборочного чертежа, перекрываемые участки сварных швов должны быть проверены на герметичность смачиванием керосином до приварки перекрывающих деталей. Продольные сварные соединения в обечайках должны быть подвергнуты контролю в объеме 100% длины контролируемых швов.

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений

Визуальный контроль и измерение сварных швов необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному контролю и измерению подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ 3242 для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Визуальный контроль и измерение следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва [9].

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) — это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

Сначала выполняется визуальный контроль. Контролер внимательно осматривает шов, сверяет его физические характеристики (длину, ширину и прочее) с показателями в технической карте и чертежах. Когда осмотр закончен составляется акт. Если были замечены видимые дефекты, деталь отправляют на дополнительный контроль. Проверяется характер, размер

дефекта и процент его отклонения от нормы. Далее проводят измерительный контроль сварных швов, если он требуется. Используют инструменты, описанные выше. Такой контроль называется детальным или инструментальным.

Если контролер считает, что этих методов недостаточно, он может направить деталь на дополнительный контроль с помощью других методов. Например, ультразвукового или радиографического. Дополнительные методы позволяют выявить особо скрытые дефекты и отправить деталь в брак или выявить дефекты на ранних «стадиях». В отдельных случаях можно даже исправить ошибки и переварить шов.

3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений

Для выявления внутренних дефектов сварных соединений следует применять один из методов неразрушающего контроля, в котором используется проникающее физическое поле - ультразвуковое. Ультразвуковую дефектоскопию сварных соединений следует проводить в соответствии ГОСТ 14782 и НД.

Обязательному контролю радиографическим или ультразвуковым методом подлежат:

- а) стыковые, угловые, тавровые сварные соединения, доступные для этого контроля;
- б) места сопряжения (пересечений) сварных соединений;
- в) сварные соединения внутренних и наружных устройств по указанию в проекте или технических условиях на сосуд (сборочную единицу, деталь);
- г) сварные соединения элементов из стали перлитного класса с элементами из сталей аустенитного класса в 100 % объеме;

д) перекрываемые укрепляющими кольцами участки сварных швов корпуса, предварительно зачищенные заподлицо с наружной поверхностью корпуса;

е) прилегающие к отверстию участки сварных швов корпуса, на которых устанавливаются люки и штуцера [9].

3.6.3 Испытания на прочность и герметичность

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления. Для гидравлического испытания сосуда следует использовать воду.

Гидравлические испытания следует проводить, как правило на предприятии-изготовителе.

Гидравлические испытания сосудов, транспортируемых частями и собираемых на месте монтажа, допускается проводить после их изготовления на месте установки.

Так же испытание сосудов следует проводить с крепежом и прокладками, предусмотренными в технической документации.

Испытание сосудов, работающих без давления (под налив), проводят смачиванием сварных швов керосином или наливом воды до верхней кромки сосуда. Время выдержки сосуда при испытании наливом воды должно быть не менее 4 ч.

Контроль сварных швов на герметичность допускается проводить капиллярным методом смачиванием керосином. При этом поверхность контролируемого шва с наружной стороны следует покрывать мелом, а с внутренней - обильно смачивать керосином в течение всего периода испытания [9].

3.7 Разработка технологической документации

Технологический процесс сборки и сварки корпуса автоцистерны начинается с комплектования деталей, входящих в сборочную единицу, согласно спецификации.

Затем проводим сборку деталей поз.19 (2шт) на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА 000001.225.00.000 СБ с помощью автоматизированной сварочной колонны для сварки кольцевых и продольных швов КС (200). Для сближения кромок свариваемых обечаек используем винтовые прижимы. Производим прихватку и сварку механизированной сваркой в среде защитного газа ISO 14175 - I – Ar с помощью сварочного инвертора Flama MULTIMIG 350F SYN.

Устанавливаем детали поз.24, поз.18 (2 шт), поз. 15, сб.ед.поз.4 (4 шт), поз.5. Детали прихватываем в порядке установки, прихватки и сварку выполняем механизированной сваркой в среде защитного газ ISO 14175 - I – Ar.

Установить на сборочную единицу детали поз.39, сб.ед.поз.7, поз.22, поз.26, поз.27, поз.33, поз.36 (2шт), поз.37 (2шт), поз.38 (2шт).

Далее, согласно чертежу, устанавливаем сборочные единицы трубопровода поз.2, поз.3, детали поз.34, поз.29, поз.32. Прихватки и сварку выполняем с помощью сварочного инвертора Flama MULTIMIG 350F SYN в среде защитного газа ISO 14175 - I – Ar .

Устанавливаем детали поз.35, сб.ед.поз.1, деталь поз.17 (2шт), днище поз.23. Прихватки и сварка согласно технологического процесса. Затем на собираемое изделие устанавливаем сб.ед.поз.8, поз.6, поз.12 производим прихватки и сварку с помощью сварочного инвертора Flama MULTIMIG 350F SYN в среде защитного газа ISO 14175 - I – Ar.

На сборочную единицу, согласно чертежу, устанавливаем детали поз.9 (3шт), поз.32, поз.31 (2шт), производим прихватки и сварку механизированной сваркой в среде защитных газов. Далее, точно так же, прихватываем и свариваем детали поз.20 (3 шт), поз.10 (6 шт), поз. 11 (6 шт).

Устанавливаем детали поз.28, поз.30 (2шт), поз.21, поз.14, поз.25 (2шт), поз.16. Прихватить детали в порядке установки и выполнить механизированную сварку с помощью сварочного инвертора Flama MULTIMIG 350F SYN в среде защитного газа ISO 14175 - I – Ar.

Производим зачистку сварных швов от брызг.

Проводим контроль сварных швов и контроль на герметичность.

Подробно последовательность изготовления корпуса автоцистерны приведена в технологическом процессе.

3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [25]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} L + t_{ви}, \quad (3.2)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.,

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 м шва определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_0 + t_{в.ш}) \left[1 + \frac{a_{обс} + a_{от.л} + a_{п-з}}{100} \right] \quad (3.3)$$

где T_0 – основное время сварки, мин;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва;

$a_{обс}, a_{от.л}, a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [25].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{F\gamma_{60}}{I\alpha_n} \quad (3.4)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 ,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ;

α_n – коэффициент наплавки, $\text{г/(А}\cdot\text{ч)}$.

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 055, время на прихватку и механизированную сварку плавящимся электродом в среде защитных газов на выполнение шва №5 Т1 катет 2 в операции 055.

Исходные данные:

- материал – сталь марки 12Х18Н10Т;
- марка электродной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый №4 по ГОСТ 14771-76 – Т1- 3 без разделки;
- сварной шов по ГОСТ 14771-76 – Н2- 2;
- длина швов 430 и 210 мм;
- положение швов нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов $F1=6,3 \text{ мм}^2$ и $F2=3,1 \text{ мм}^2$;

Количество проходов – $n_1 = 1$ шт.

Определим время на операцию 055

1. Масса сварного узла 4 $m_1=4,855$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_1= 0,47$ мин.; масса дет. поз. 34 $m_2=7,78$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_2= 0,56$ мин.

$$t_{\text{в.и}} = 0,47+0,56= 1,03 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 055

Найдем время на прихватку:

$$0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ мин.},$$

Время на клеймение составляет 2,1 мин.

$$t_{в.и} = 1,2 + 2,1 = 3,3 \text{ мин.},$$

Найдем время на основное время сварки для шва №4, количество проходов $n=1$ шт:

$$T_0 = \frac{6,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{150 \cdot 15} = 1,32 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4), получим неполное штучно-калькуляционное время:

$$T_{н.ш-к} = (1,32 + 0,75) \left[1 + \frac{27}{100} \right] = 2,63 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №7, количество проходов $n=1$ шт:

$$T_0 = \frac{3,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{120 \cdot 15} = 0,81 \text{ мин.}$$

Подставляя значения в формулу (3.3) получим неполное штучно-калькуляционное время:

$$T_{н.ш-к} = (0,81 + 0,75) \left[1 + \frac{27}{100} \right] = 1,98 \text{ мин.}$$

Подставим найденные значения в формулу (3.2) и получим:

$$T_{ш} = 2,63 \cdot 0,43 + 1,98 \cdot 0,21 + 3,3 = 4,85 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	14,08

Продолжение таблицы 3.8

015	Сварка	26,78
020	Сборочная	23,89
025	Сварка	63,46
030	Сборочная	8,42
035	Сварка	16,04
040	Сборочная	29,87
045	Сварка	61,72
050	Сборочная	11,05
055	Сварка	18,29
060	Сборочная	7,6
065	Сварка	13,73
070	Сборочная	9,77
075	Сварка	49,89
080	Сборочная	8,31
085	Сварка	28,63
090	Слесарная	69,57
095	Контроль	44,1
Итого		505,2

3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 055 технологического процесса сборки и сварки корпуса автоцистерны.

Исходные данные:

- шов №4 по ГОСТ 14771-76 – Т1- 3 без разделки;
- марка электродной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246 – 70;
- длина шва – 430 мм;
- марка стали: 12Х18Н10Т;

- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=6,3$ мм²;

Норма расхода $H_э$ (кг) покрытых электродов и сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется исходя из длины сварных швов $L_{ш}$ (м) и удельной нормы расхода электродов $G_э$ на 1 м шва.

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле [26]:

$$H_э = G_э \cdot L_{ш} ; \quad (3.5)$$

$$H_э = 5,35 \cdot 0,43 = 2,3 \text{ кг} ;$$

Удельную норму расхода $G_э$ (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле [26]:

$$G_э = k_p \cdot m_n ; \quad (3.6)$$

$$G_э = 1,05 \cdot 5,1 = 5,35 \text{ кг/м.}$$

где k_p - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки на разбрызгивание;

m_n - расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

Массу наплавленного металла m_n (кг/м) рассчитывают по формуле [26]:

$$m_n = \rho \cdot F_n \quad (3.7)$$

$$m_n = 7850 \cdot 0,00063 = 5,1 \text{ кг/м}$$

где ρ - удельная плотность наплавленного металла, кг/м³ ,

$$\rho = 7850 \text{ кг/м}^3 ;$$

F_n - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [26]:

$$H_г = Q_г \cdot L_{ш} + Q_{пз} ; \quad (3.8)$$

$$H_г = 1,5 \cdot 0,43 + 0,075 = 1,4 \text{ л}$$

где $Q_г$ — удельная норма расхода газа на 1 м шва, л;

$L_{ш}$ - длина шва, м;

$Q_{пз}$ - дополнительный расход газа на подготовительно-заключительные операции: настройку режимов сварки, продувку газовых коммуникаций перед началом сварки; защиту сварочной ванны от окисления после окончания сварки (заварку кратера).

Удельная норма расхода газа $Q_{г}$ (л) определяется по формуле [26]:

$$Q_{г} = q_{г} \cdot t_o ; \quad (3.9)$$

$$Q_{г} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ л.}$$

где $q_{г}$ - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

t_o - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин.

Расход газа принимаем из выбранных ранее параметров режимов сварки 1,5 л/мин.

В общем случае основное время при сварке плавящимся электродом можно рассчитывать по формуле [26]:

$$t_o = 60 / V_{св}; \quad (3.10)$$

$$t_o = 60 / 60 = 1 \text{ мин ,}$$

где $V_{св}$ — скорость сварки, м/ч. Принимаем из выбранных ранее параметров режимов сварки;

Дополнительный расход газа $Q_{пз}$ (л) определяется по формуле:

$$Q_{пз} = q_{г} \cdot t_{пз} ; \quad (3.11)$$

$$Q_{пз} = 1,5 \cdot 0,05 = 0,075 \text{ л.}$$

где $q_{г}$ - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

$t_{пз}$ - время на подготовительно-заключительные операции, мин.

при сварке плавящимся электродом $t_{пз} \approx 0,05$ мин [26].

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно сварочных приспособлений

Сварочными приспособлениями называются дополнительные технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения операций сборки под сварку, сварки, термической резки, пайки, наплавки, устранения или уменьшения деформаций и напряжений, а также для контроля. В комплексно-механизированном сварочном производстве широко применяются загрузочные, разгрузочные, подъемно-транспортные и комбинированные приспособления.

В предлагаемом технологическом процессе в качестве приспособления выступают роликовые вращатели ФЮРА.000001.225.00.000 СБ.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

При автоматизированной сварке кольцевых и продольных швов обечаек, с помощью колонны сварочной КС (200), используются винтовые фиксаторы для стыковки кромок. Рассчитаем диаметр болта, входящего в состав применяемого приспособления.

Диаметры болтов определим по формуле [28]:

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на болт, кгс/см².

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{1700}{950}} = 1,75, \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем $d_p = 18$ мм. [28].

4.3 Порядок работы приспособления

Приспособление ФЮРА.000001.225.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки изготавливаемого изделия – корпуса автоцистерны. Данное приспособление позволяет располагать собираемые и свариваемые детали в удобном пространственном положении.

Работает приспособление следующим образом.

С помощью кран-балки устанавливаем в приспособление элементы обечайки. Для этого подвижные опорные стойки, включающие в себя две пары колес, которые, с помощью передвижного механизма, могут перемещаться – сближаться или отдаляться друг от друга, в зависимости от формы изготавливаемого изделия, сдвигаем, соблюдая размеры собираемых обечаек.

С помощью рельсового пути и привода, установленного на стойках, раздвигаем подвижные стойки так, чтобы создать устойчивую опору для устанавливаемых элементов. С помощью колес, установленных на стойках, поворачиваем изделие в удобное для сборки и сварки положение, и выполняем операции согласно технологического процесса. Управление стойками осуществляется с помощью пульта управления.

5. Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [29].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [29].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

5.2 Пространственное расположение производственного процесса

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [30].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки,

испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые, трансформаторные подстанции;

- административно-канторские и бытовые помещения: кантора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [30].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

5.2.1 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов.

В таком случае требуемое число пролетов можно приблизительно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [29].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

5.2.2 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий».

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи следует располагать на достаточно большом расстоянии от уборных [31].

6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны допускает различные варианты решения.

Корпус автоцистерны предназначен для загрузки жидкости наливным способом для ее дальнейшей транспортировки.

Корпус автоцистерны является конкурентоспособным изделием, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай также выпускающих металлоконструкции.

Существует базовый вариант изготовления корпуса автоцистерны, который используется на ООО «Юргинский машзавод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [29]:

$$З_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/год;

$E_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, руб/год;

K - капиталовложения, руб/год.

В предлагаемом технологическом процессе применяем автоматизированную сварочную колонну для сварки кольцевых и

продольных швов обечаек и сборочно-сварочное приспособление
ФЮРА.000001.225.00.000.СБ.

Швы выполняются в среде защитного газа ISO 14175-I-Ar, в качестве сварочного оборудования используется оборудование для полуавтоматической сварки Flama MULTIMIG F SYN 350.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого варианта. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны приведены в таблице 5.

6.2 Расчет основных элементов производства

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [29]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{ш}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (6.2)$$

где N – годовая производственная программа, шт., N = 1450 шт.

T_ш – трудоемкость определенной операции, мин.;

F_д – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

F_д=3760ч.;

K_{вн} – коэффициент выполнения норм., K_{вн}=1,0.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [29]:

$$K_{зо} = C_p / C_{п} \cdot 100, \quad (6.3)$$

где C_р – расчетное количество оборудования, шт.;

C_п – принятое количество оборудования, шт.

Таблица 6.1 - Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	T _ш , мин	C _р , шт	C _п , шт	K _{зо} , %
010-020	Сварочная колонна КС (200)	123,24	0,73	1	72,9

025-095	Роликовые вращатели ФЮРА.000001.225.00.000	382,7	2,47	3	82,3
---------	---	-------	------	---	------

Определяем необходимое количество сварочного оборудования, в соответствии с количеством рабочих мест принимаем количество сварочного оборудования $C_n=4$ шт., коэффициент загрузки оборудования $K_{зо}=77,6\%$.

6.3 Определение состава и численности работающих

Состав работающих в сборочно-сварочном цехе включает следующие категории [30].

1. Производственные рабочие, непосредственно выполняющие технологические операции по изготовлению продукции.
2. Вспомогательные рабочие, выполняющие операции по обслуживанию технологического процесса.
3. Инженерно-технические работники (ИТР), выполняющие техническое руководство производственными процессами.
4. Служащие, т. е. счетно-контторский персонал.
5. Младший обслуживающий персонал.

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [30]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_d \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (6.4)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_n \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (6.5)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; $N = 1450$ шт;

$T_{\text{шт}}$ - трудоемкость технологического процесса, мин;

F_d – действительный фонд рабочего времени, ч

$F_d = 1740$ ч;

F_n - номинальный фонд рабочего времени, ч;

$$F_H=1981 \text{ ч;}$$

K_{BH} - коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Если расчетная величина численности основных рабочих дробная, то ее округляют до целого числа в большую сторону, и называют принятой $P_{п}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [30]:

$$P_{всп}=P_{сп} \cdot \Pi/100, \quad (6.6)$$

где $P_{сп}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π – процент вспомогательных рабочих, $\Pi=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [30]:

$$P_{итр}=(P_{сп}+P_{всп}) \cdot \Pi/100, \quad (6.7)$$

где Π для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.14.

Таблица 6.2 – Количество рабочих на участке

	Расчетное	Принятое
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	505,94	505,94
Списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	7,02	7
Явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	6,17	7
Число вспомогательных рабочих, чел.	1,23	2
Численность ИТР, чел.	0,5	1
Численность МОП, чел.	0,14	1
Численность контролеров, чел.	0,03	1

Определяем коэффициент сменности по формуле [29]:

$$k_p=P_{яв}/P_{явл}, \quad (6.8)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ - число рабочих в первую смену, чел.

$$k_p = 7/4 = 1,75.$$

6.4 Расчет объема капитальных вложений

6.4.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса [31]:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.} \quad (6.9)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

В таблице 6.3 приведены цены на технологическое оборудование на 1.05.2020 г.

Таблица 6.3 – Стоимость технологического оборудования

Наименование оборудования	C_i , руб
Flama MULTIMIG F SYN 350 1 шт	160 395

Таблица 6.4 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	$K_{то}$, руб/ед. год
Flama MULTIMIG F SYN 350 4 шт	641 580

6.4.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [31]:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{п}}, \quad (6.10)$$

где $C_{\text{пр}}$ - цена единицы приспособления, руб.

$C_{\text{п}}$ - принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 6.5.

Таблица 6.5- Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$C_{\text{пр}}$, Руб	Предлагаемый технологический процесс	
		$C_{\text{п}}$, шт	$K_{\text{пр}}$,руб/ед.год
Роликовые вращатели ФЮРА.000001.225.00.000 СБ	120000	1	120000
Колонна сварочная КС (200)	1800000	1	1800000
ИТОГО			1 920 000

6.4.3 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле [31]:

$$K_{\text{здо}} = S_{\text{oi}} \cdot h \cdot k_B \cdot \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.11)$$

где S_{oi} - площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$. Для предлагаемого техпроцесса: $S=170 \text{ м}^2$,

h - высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [31];

k_B - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$\Pi_{\text{зд}}$ - стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2020 для цеха № 41 составляет, $\Pi_{\text{зд}}=94 \text{ руб/м}^3$.

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6- Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{\text{здо}}, \text{руб./ед.год.}$
Flama MULTIMIG F SYN 350	355 320

6.4.4 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [31]:

$$C_M = m_M \cdot k_{\text{т.-з.}} \cdot \Pi_M, \text{ руб./изд.}, \quad (6.12)$$

где m_M - расход материала на одно изделие,

Π_M —средняя оптовая цена стали 12X18H10T на 1.05.2020 руб./кг.;

$k_{\text{т.-з.}}$ —коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.-з.}}=1,04$ [25];

Для стали 12X18H10T $\Pi_M = 192 \text{ руб./кг.}$, при $m_M = 625 \cdot 1,3=812,5 \text{ кг.}$

$$C_M = 812,5 \cdot 1,04 \cdot 192 = 162\,240 \text{ руб/изд.}$$

6.4.5 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [31]:

$$C_{п.с.} = g_{п.с.} \cdot k_{р-п.с.} \cdot \Pi_{п.с.}, \text{ руб./изд.} \quad (6.13)$$

где $g_{п.с.}$ - масса наплавленного металла электродной проволоки для предполагаемого техпроцесса. Для проволоки Св-07Х18Н9ТЮ $g_{п.с.} = 4,74$ кг;

$k_{р-п.с.}$ - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17], $k_{р-п.с.} = 1,02$ [31];

$\Pi_{п.с.} = 390$ руб/кг – стоимость сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ руб/кг.

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 4,74 \cdot 1,02 \cdot 390 = 1885,57 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле [31]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.}, \text{ руб./изд.} \quad (6.14)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, м³/ч. $g_{з.г.} = 0,534$ м³/ч;

$к.т.п.$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $к.т.п. = 1,15$ [31];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость защитного газа аргона, руб./м³, $\Pi_{г.з.} = 57,12$ руб./м³;

T_o - основное время сварки в аргоне, ч., $T_o = 5,1$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,534 \cdot 1,15 \cdot 57,12 \cdot 5,1 = 179,08 \text{ руб./изд.}$$

6.4.6 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (T_c \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_p \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (6.15)$$

где T_c - тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $T_c = 43,62$ руб.;

K_d - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

K_p - районный коэффициент, $K_p = 1,3$;

a_1, a_2, a_3, a_4 - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 505,9) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 1164,37 \text{ руб./изд.}$$

6.4.7 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [31]:

$$W_{ТЭ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_0}{K_u} - T_0 \right) \quad (6.16)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_0 - основное время сварки;

η - КПД оборудования, для предлагаемого технологического процесса:
 $\eta = 0,85$;

P_x - мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u - коэффициент учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [31]:

$$C_{э.с.} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э}, \quad (6.17)$$

где $Ц_{э}$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $Ц_{э} = 1,48$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с} = 24,84$ руб.

6.4.8 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [31]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд.} \quad (6.18)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, м³/ч;

$k_{\text{ТП}}$ -коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{ТП}}=1,15$.

Для изготовления одного корпуса автоцистерны расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Ц_{\text{возд}} = 0,25443 \text{ руб/м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2020 г.};$$

$$C_{\text{возд}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,25443 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.4.9 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [31]:

$$C_{\text{ао}} = [Ц_0 \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{\text{шк}}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{\text{зо}} \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot N_{\text{г}}], \quad (6.19)$$

где a_p - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, % ,

$K_{\text{зо}}$ - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования.

Принимаем $K_{\text{зо}}=0,85$.

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки. $K_{\text{вн}}=1,2$.

$N_{\text{г}}$ - годовая программа производства изделий шт., $N_{\text{г}}=1450$ шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса	
	Предлагаемый	
	$a_p, \%$	$C_{\text{ао}},$ руб/ед.год.
Flama MULTIMIG F SYN 350	19,4	4,08

6.4.10 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [31]:

$$C_{a.п} = [\Pi_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - \Pi_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_{г}, \quad (6.20)$$

где $\Pi_{рл}$ - выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

σ_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $\sigma_m = 0,10$;

$T_{пог}$ - период погашения стоимости приспособлений, лет. $T_{пог} = 5$ лет.

$N_{г}$ - годовая программа производства изделий, $N_{г} = 1450$ шт.

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.8.

Таблица 6.8– Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$\Pi_{пр}$, руб $\Pi_{рл}$, руб	Предлагаемый технологический процесс	
		$C_{п}$, шт.	$C_{ап}$, руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.225.00.000 СБ	120000 2400	1	17,87
Установка для автоматизированной сварки кольцевых швов ASOIK Progress	180000 36000	1	268,1
ИТОГО			285,97

6.4.11 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [31]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{э} \cdot \omega_{э}) / T_{рц}] \cdot \Sigma T_{шк} / (K_{вн} \cdot 60 \cdot N_{г}), \text{ руб.изд.} \quad (6.21)$$

где R_m $R_{э}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [31].

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{рц}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{рц} = 8000$ ч.

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.9.

Таблица 6.9 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _э	ω _э	T, ч	C _р , руб/год.
Предлагаемый технологический процесс				
Flama MULTIMIG F SYN 350	7	1096	8,24	0,11

6.4.12 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [31]:

$$C_{зд.} = (S \cdot C_{ср.зд.}) / N_{Г}, \quad (6.22)$$

где S – площадь сварочного участка, м²;

C_{ср.зд.} – среднегодовые расходы на содержание 1м² рабочей площади, руб./год.м, C_{ср.зд.} = 250 руб./год м.

Затраты на содержание здания по предполагаемому технологическому процессу:

$$C_{зд.} = (170 \cdot 250) / 1450 = 29,3 \text{ руб/изд.}$$

6.5 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле [31]:

$$Z_{п} = C + \epsilon_{н} \cdot K, \quad (6.23)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

ε_н – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

ε_н = 0,15 (руб./ед)/руб. [17].

K – капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле [31]:

$$C = N_{Г} \cdot (C_{м} + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{а} + C_{р} + C_{зд.}), \quad (6.24)$$

где C_m - затраты на основной материал, руб.;

$C_{вм}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{зп.сд}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{э.с}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{возд.}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

C_a - затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

C_p - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{зд}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{то} + K_{пр} + K_{здо}. \quad (6.25)$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 641\,580 + 1\,920\,000 + 355\,320 = 2\,940\,600 \text{ руб./изд.}$$

$$C = 1450 \cdot (162\,240 + 1885,57 + 1164,37 + 24,84 + 0,35 + 4,08 + 0,11 + 29,3) = \\ 239\,755\,499 \text{ руб./изд.}$$

$$З_n = 239\,755\,499 + 0,15 \cdot 2\,940\,600 = 240\,196\,589 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления корпуса автоцистерны дает положительный экономический эффект.

6.5.1 Основные технико-экономические показатели участка

Таблица 6.10 – Основные технико-экономические показатели

Годовая производственная программа, шт	1450
Средний коэффициент загрузки оборудования	77,6
Производственная площадь участка, м ²	170
Количество оборудования, шт	4
Списочное количество рабочих, чел.	7

Явочное количество рабочих, чел	7
Количество рабочих в первую смену, чел	4
Количество вспомогательных рабочих, чел	2
Количество ИТР, чел	1
Количество МОП, чел	1
Количество контролеров, чел	1
Разряд основных производственных рабочих, чел	4
Требуемая сумма для внедрения нового технологического процесса, руб/год	240 196 589

Заключение к разделу «Финансовый менеджмент,
ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В итоге на реализацию данного проекта потребуется 240 196 589 рублей.

Были определены оптовые цены на сварочное оборудование, рассчитаны капитальные вложения направленные на разработку и сборку приспособления.

Произведен расчет капитальных вложений в здание, учтены затраты на сварочное оборудование которое предполагается использовать в спроектированном цехе. Так же дополнительно рассчитаны затраты на металл идущий на изготовление корпуса автоцистерны. Подведен итог требуемой суммы для реализации данного проекта.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка корпуса автоцистерны АЦ5-40. При изготовлении корпуса автоцистерны осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде защитного газа аргона, слесарные операции, контроль.

При изготовлении корпуса автоцистерны на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат Flama MULTIMIG 350F SYN (3 шт).
- автоматизированная сварочная колонна для полуавтоматической сварки кольцевых и продольных швов обечаек в среде защитных газов КС (200) (1шт).
- Роликовые вращатели ФЮРА.000001.225.00.000 СБ 1 шт.

Для перемещения деталей и сборочных единиц по цеху применяется кран-балка грузоподъемностью 2 т, для перемещения изделия применяем кран мостовой грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие - корпус автоцистерны АЦ5-40. Масса корпуса автоцистерны составляет 625 кг. В качестве материала этих деталей используют сталь марки 12Х18Н10Т. Выполняется механизированная сварка в среде аргона плавящимся электродом Св-07Х18Н9ТЮ диаметром 0,8 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется так же через ворота.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 170 \text{ м}^2$.

7.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основными нормативными актами, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, инфракрасное и видимое излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток, локальная вибрация.

7.3.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до 0,5-0,6 процентов; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [32,33].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц меньше 0,1 м/с.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки заготовок и готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию-пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [35].

На участке сборки и сварки изготовления корпуса автоцистерны применяем обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную. Каждое рабочее место оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проем составляет 0,2-0,5 метра в секунду.

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [36]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n, \quad (7.2)$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [36];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.3)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1.5 \cdot \sqrt{F}, \quad (7.4)$$

$$H = 1.5 \cdot \sqrt{2 \cdot 5,7} = 5,1 \text{ м.}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 5,1 = 5,7 \text{ м,}$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 5,1 = 5,76 \text{ м,}$$

$$S = 5,7 \cdot 5,76 \cdot 2 = 65,6 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 65,6 \cdot 0,2 = 13,2 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 47\,520 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

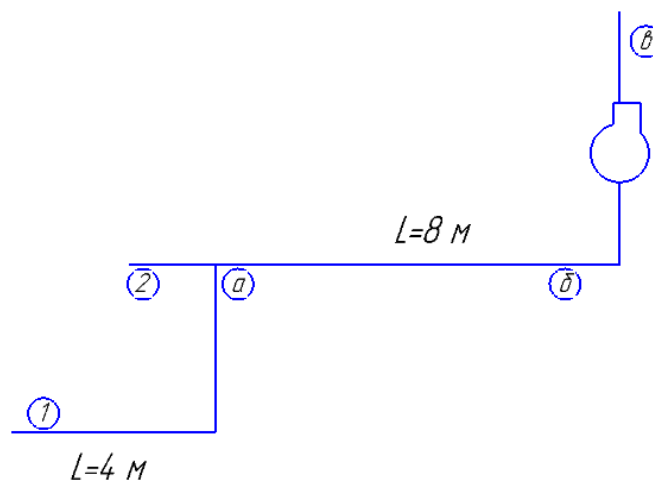


Рисунок 5 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [32]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{47520}{0,2} \right)^{1/2} = 550,8 \text{ мм.}$$

7.2.2 Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтоматы Flama MULTIMIG 350F SYN;
- поворот сварочной колонны;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [35].

Таблица 7.1 - Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Легкая	Средняя	Тяжелый	Тяжелый	Тяжелый
	физическая нагрузка	физическая нагрузка	труд 1 степени	труд 2 степени	труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [35].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие корпуса автоцистерны. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

На данном участке используем виброизолирующие основания для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

7.3.3 Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172-293 Дж/с (150-250 ккал/ч) [38].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки применяется сварочная колонна КС (200) с подвесной сварочной головкой, предназначенная для сварки продольных и кольцевых швов обечайки в автоматическом режиме.

7.3.4 Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;

ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

7.3.5 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения ее от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жесткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 9 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 3 светильников.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [37].

7.4.1 Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски по ГОСТ 12.4.023. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика	НН-ПС 70241 ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

7.4.2 Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с

напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

7.4.3 Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м²;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация корпуса автоцистерны на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

7.5.1 Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение "селитебная зона", определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [39].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

7.5.2 Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для

улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки корпуса автоцистерны ФЮРА.000001.225.00.001 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [34].

7.5.3 Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные.

Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

7.5.4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса автоцистерны предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где

они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [34].

7.5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура 17-19°C; относительная влажность 60-40 %; скорость движения воздуха 0,3м/с. В теплый период года: температура 20-22°C; относительная влажность 60-40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был произведен проектный расчет сборочно-сварочного цеха для изготовления корпуса автоцистерны.

В процессе проектирования были подобраны режимы сварки, сварочные материалы, оборудование для сварки. Исходя из выбранных значений режимов сварки, было выбрано сварочное оборудование – сварочный инвертор Flama MULTIMIG 350 F SYN.

Для сборки-сварки корпуса автоцистерны было разработано сборочно-сварочное приспособление, которое позволяет поворачивать изготавливаемое изделие в удобное для сборки и сварки положение, и облегчает доступ к месту сварки.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда.

Подведен итог требуемой суммы для реализации данного проекта.

Годовая производственная программа составляет 1450 изделий.

Площадь спроектированного участка – 170 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 79,95 %.

Требуемая сумма для реализации проекта - 240 196 589 руб/год.

Список используемых источников

1. ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений. М.: Стандартиформ, 2010.
2. Преимущества и недостатки сварки в среде защитных газов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://welding-zone.ru/article/plusi_i_minusi_svarki_v_srede_zashitnih_gazov/
3. Сварка резервуаров и сосудов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msd.com.ua/svarka-i-rezka-metallov/svarka-rezervuarov-i-sosudov/>.
4. Сварка нержавеющей сталей. Каховский Н.И. «Техника», Издательство «Техника», 1968. - 297 с.
5. Сварка нержавеющей стали [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80affkvlgiu5a.xn--p1ai/svarka-nerzhaveyushhey-stali-nerzhaveyki/>.
6. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей : учеб. пособие/ В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти :ТГУ, 2011 – 184 с.
7. Технология изготовления корпуса цистерны [Электронный ресурс].–Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b3bd78b4c43a89421216c26_0.html.
8. Сталь 12X18H10T [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lasmet.ru/steel/mark.php?s=15>
9. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2007.
10. ОСТ 26.260.3-2001 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения». ОАО «НИИХИММАШ.

11. Сталь 12X18H10T [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://emk24.ru/wiki/stali-gost/stal-12kh18n10t_8164871/
12. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.
13. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. М.: Машиностроение, 1978. – 504с.
14. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л.Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.
15. Преимущества сварки в среде защитных газов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svarka-weld.ru/preimushchestva-svarki-v-srede-zashchitnyh-gazov>.
16. Проволока сварочная СВ-07X18H9ТЮ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arsenal-metiz.ru/content/sv-07h18n9tyu>
17. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 1973.
18. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. М.: Стандартиформ, 2011
19. Аргон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://weldering.com/argon-samy-lenivyy-gaz>
20. Расчет режимов дуговой сварки: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию/ Сост. Е.П.Покатаев.- Волгоград: ВолгПИ, 1987. – 47 с.
21. Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. Изд. 3-е. М., «Машиностроение», 1975, 520 стр.
22. Сварочный полуавтомат инверторный многофункциональный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metastan.ru/p315659864-svarochnyj-poluavtomat-invertornyj.html>
23. СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ. Крампит Н.Ю.,Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.

24. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. - 2000. - С.24с

25. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н.Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.

26. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки: справочное пособие. Автор –составитель: Волков В.В., преподаватель ОГБПОУ “Томский промышленно - гуманитарный колледж“ Редактор: Курбанова О.М., методист ОГБПОУ “Томский промышленно - гуманитарный колледж“ Рецензент: Шишко Ю.А., Томск, 2017, 43 стр.

27. Хайдарова А.А. X15 Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / А.А. Хайдарова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013 – 132 с.

28. Конструирование и расчёт сварочных приспособлений: Учебное пособие/ А.А. Котельников,; Юго-Зап.. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск, 2015. 558 с.: ил.444, Библиогр.:с.537-539.

29. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.

30. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

31. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.

32. ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

33. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

34. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах
[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:
<http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

35. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

36. Промышленная вентиляция: учебное пособие / О. Н. Русак. – СПб.: СПбГЛТУ, 2011. – 28 с.

37. П. П. Кукин, В. Л. Лапин. Е. А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. - 298с. 2.

38. Брауде М. З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. - 141с.

39. Гришагин В. М., Фарберов В. Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96с.

40. Селитебные зоны - это что? Селитебная территория
[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:
<http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---etochto-selitebnaya-territoriya>